



Ide dasar penyusunan buku ini adalah bagaimana membuat pembaca bisa melakukan pembuatan Fondasi pracetak dengan teknik sederhana dan bisa dilakukan secara mandiri. Buku ini juga dibuat sebagai salah satu perwujudan output Hibah Ristek Dikti Tahun Anggaran I/2016 Skim Penelitian Unggulan Perguruan Tinggi (PUPT) Universitas

Narotama yang membahas tentang perancangan dan analisis fondasi beton pracetak.

Pada kesempatan yang baik ini tim penulis mengucapkan terima kasih kepada Rektor dan Pimpinan LPPM Universitas Narotama, Politeknik Negeri Malang atas kerjasama penggunaan laboratorium Teknik Sipil untuk tes fondasi khususnya rekan kami Dr. Nawir Rasidi ST, MT. yang membantu pelaksanaan selama uji fondasi di laboratorium. Tak lupa untuk mahasiswa teknik sipil yang berperan serta dalam pembuatan fondasi precast dari awal desain sampai pembuatan di laboratorium khususnya Sistu, Irvan dan Raditya.

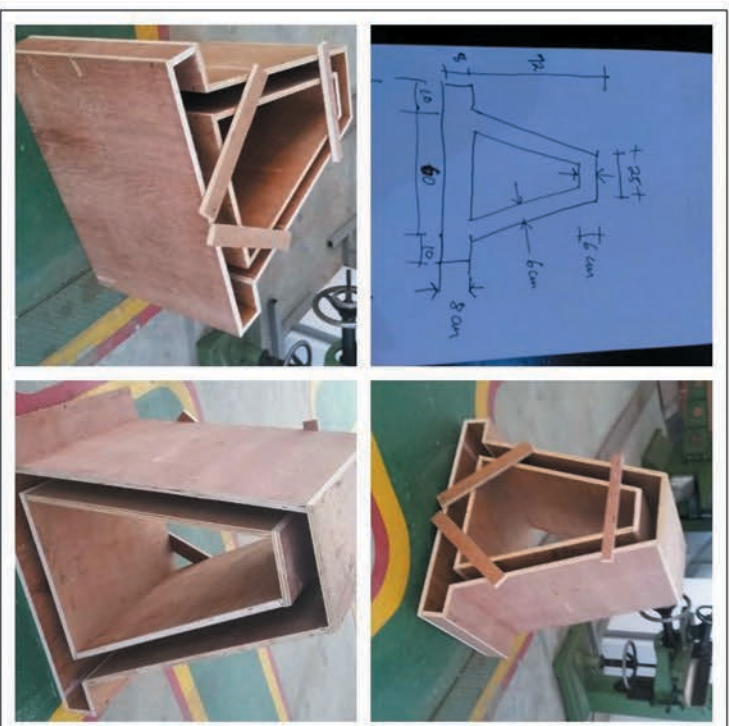
Tim Penulis berharap buku ini dapat bermanfaat bagi pembaca dan menambah pengetahuan di bidang teknik sipil khususnya Fondasi Precast beserta bagian pembuatannya dan sekaligus mohon koreksi membangun demi kesempurnaan buku ini di kemudian hari.



Narotama University Press
Jl. Arief Rahman Hakim No. 51 Surabaya 60117
Telp. (031) 5946404, 5995578 Fax. (031) 5931213
e-mail: narotamapress@narotama.ac.id



KOESPIADI, dkk

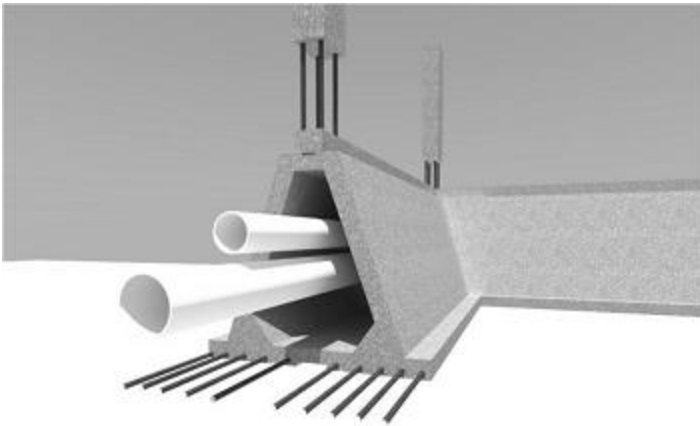


PANDUAN PRAKTIS **Pembuatan** **FONDASI** **PRECAST**

Memandu pembaca bisa melakukan pembuatan Fondasi pracetak dengan teknik sederhana dan bisa dilakukan secara mandiri.

KOESPIADI, dkk

PANDUAN PRAKTIS PEMBUATAN
FONDASI PRECAST



Diterbitkan oleh

Narotama University Press



NAROTAMA University Press

Pondasi Precast/disusun oleh Koespiadi, dkk
... [et al.]; editor, Seger S.S

Copyright © 2016 oleh Koespiadi, dkk

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

© All Rights Reserved

Dilarang mengutip dan memperbanyak sebagian atau seluruhnya
dalam bentuk apapun tanpa ijin tertulis dari Penerbit

© **Cetakan Pertama: November 2016**

Penyusun : Koespiadi
Fredy Kurniawan
Gede Arimbawa
Sri Wiwoho Mudjanarko
Nawir Rasidi

Editor : Seger S.S
Layout/Setting : Gatut Purwantoro
Design Cover : Gatut Purwantoro

ISBN : **978-602-60314-8-8**

© **HAK CIPTA DILINDUNGI UNDANG-UNDANG**

Diterbitkan oleh **Narotama University Press**
Jl. Arief Rachman Hakim No.51 Surabaya 60117
Telp: 031-5946404, 5995578 Fax: 031-5931213
Website: www.narotama.ac.id
Email: narotamapress@narotama.ac.id

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum, Wr, Wh

Dengan mengucapkan Alhamdulillahirabbil'alamin sebagai ucapan Puji Syukur Kehadirat Allah SWT atas segala Rahmat dan Nikmat-Nya, sehingga buku Panduan Pembuatan *Fondasi Precast* dapat diselesaikan.

Ida dasar penyusunan buku ini adalah bagaimana membuat pembaca bisa melakukan pembuatan Fondasi pracetak dengan teknik sederhana dan bisa dilakukan secara mandiri.

Buku ini juga dibuat sebagai salah satu perwujudan *output* Hibah Ristek Dikti Tahun Anggaran I 2016 Skim Penelitian Unggulan Perguruan Tinggi (PUPT) Universitas Narotama yang membahas tentang perancangan dan analisis fondasi beton pracetak.

Pada kesempatan yang baik ini tim penulis mengucapkan terima kasih kepada Rektor dan Pimpinan LPPM Universitas Narotama, Politeknik Negeri Malang atas kerjasama penggunaan laboratorium Teknik Sipil untuk tes fondasi khususnya rekan kami Dr. Nawir Rasidi ST., MT, yang membantu pelaksanaan selama uji fondasi di

laboratorium. Tak lupa untuk mahasiswa teknik sipil yang berperan serta dalam pembuatan fondasi *precast* dari awal desain sampai pembuatan di laboratorium khususnya Sistu, Irvan dan Raditya.

Tim Penulis berharap buku ini dapat bermanfaat bagi pembaca dan menambah pengetahuan di bidang teknik sipil khususnya Fondasi *Precast* beserta bagian pembuatannya dan sekaligus mohon koreksi mem-bangun demi kesempurnaan buku ini di kemudian hari.

Wassalamualaikum Wr. Wb.

Surabaya, Nopember 2016

Tim Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	v
Bab 1 Pendahuluan	1
Bab 2 Jenis Fondasi	5
Bab 3 Desain Model Fondasi.....	17
Bab 4 Peralatan yang digunakan	23
Bab 5 Bekisting Fondasi	27
Bab 6 Mix Desain Beton	31
Bab 7 Uji Tekan	43
Bab 8 Paper Publikasi	57
Semnas ATPW	57
Seminter UIN	59
DAFTAR PUSTAKA	61

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Box Culvert	4
Gambar 2.1Fondasi Batu Kali	6
Gambar 2.2 Fondasi Plat Beton	7
Gambar 2.3 Fondasi Bored Pile	10
Gambar 2.4 Fondasi Sosial	11
Gambar 2.5 Fondasi Tiang Pancang	13
Gambar 3.1 Protipe Fondasi Kertas	17
Gambar 3.2 Isometri Prototype Fondasi	19
Gambar 3.3 Prototype Fondasi I	19
Gambar 3.4 Prototype Fondasi II	20
Gambar 3.5 Prototype Fondasi III	20
Gambar 5.1 Desain Cetakan Bekisting	27
Gambar 5.2 Cetakan Bekisting & Wire Mesh I	28
Gambar 5.3 Cetakan Bekisting & Wire Mesh II	29
Gambar 5.4 Cetakan Bekisting Dari Plat Besi	30
Gambar 6.1 Komposisi Campuran Beton	35
Gambar 6.2 Percobaan Pengukuran Nilai Slump Beton	39
Gambar 6.3 Pencampuran Material Beton	42
Gambar 6.4 Pernadatan/Perojokan Beton	42
Gambar 7.1 Persiapan Uji Tekan I	50
Gambar 7.2 Persiapan Uji Tekan II	51
Gambar 7.3 Persiapan Uji Tekan III	51

Gambar 7.4 Persiapan Uji Tekan IV	52
Gambar 7.5 Persiapan Uji Tekan V	53
Gambar 7.6 Persiapan Uji Tekan VI	53
Gambar 7.7 Persiapan Uji Tekan VII	54
Gambar 7.8 Pencatatan Dial Pressure Pump Uji Tekan	54
Gambar 7.9 Tim Laborat	55
Gambar 7.10 Ketakan Fondasi Sisi Dinding Bagian Bawah ..	56
Gambar 7.11 Keretakan Fondasi Bagian Dalam Dasar	56

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Peralatan Keselamatan Kerja	23
Tabel 4.2 Peralatan Kerja	24
Tabel 4.3 Bahan Pembuatan <i>Precast</i>	25
Tabel 6.1 Harga slump	39
Tabel 6.2 Berat Volume Beton Segar (ASTM C 138-77)	41
Tabel 7.1 Hasil Pengujian Pondasi	47

BAB I

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Pembangunan konstruksi bangunan rumah yang berkembang saat ini di Indonesia senantiasa mengikuti perkembangan bagian konstruksi bangunan yang ada di pasaran. Ada beberapa ragam bagian konstruksi rumah yang ada hingga dapat terwujudnya suatu bangunan rumah. Salah satu bagian konstruksi bangunan rumah adalah fondasi. Fondasi merupakan bagian penting dari konstruksi bangunan.

Hal ini disebabkan karena fondasi memikul beban seluruh bangunan untuk bisa disebarkan ke tanah secara merata. Fondasi yang kurang baik secara struktur akan mengurangi kekuatan bangunan yang ada dibawahnya.

Fondasi yang digunakan pada sebagian masyarakat di Indonesia masih berupa fondasi yang tersusun dari batu kali dengan perekat mortar semen dan ada beberapa masyarakat yang sudah menggunakan fondasi beton khususnya pracetak.

Pemasangan fondasi batu kali sangat mudah dan material yang digunakan masih cukup tersedia beberapa lokasi di Indonesia. Fondasi batu kali tidak perlu dilakukan penggalian tanah terlalu dalam dikarenakan penggunaannya masih terbatas bangunan sederhana dan bukan bangunan bertingkat banyak.

Tenaga trampil yang mengerjakan cukup tersedia dan tidak terlalu membutuhkan keahlian khusus. Sedangkan fondasi beton pracetak tidak banyak digunakan disebabkan salah satu alasannya terlalu mahal dan membutuhkan tenaga terampil.

Permasalahan

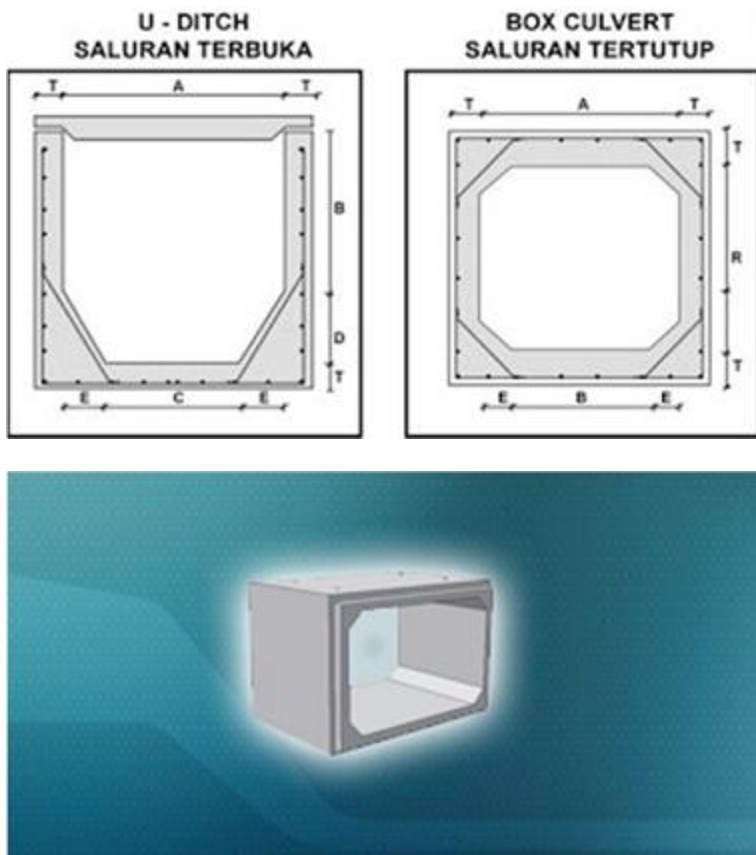
Permasalahan dilakukan pembuatan fondasi pracetak ini adalah:

1. Antisipasi kelangkaan tenaga kerja
2. Antisipasi kebutuhan/kesulitan penggunaan batu kali dalam jumlah besar

3. Transportasi cukup mudah
4. Praktis
5. Dapat dikerjakan di dalam pabrikasi
6. Pelaksanaan mudah
7. Dapat dikerjakan dalam skala besar
8. Dapat diaplikasi pada daerah yang miskin SDM maupun material
9. Mudah dilakukan pengembangan menyesuaikan kebutuhan.
10. Dan lain sebagainya.

Pembuatan fondasi pracetak ini terinspirasi dari pembuatan dan pemakaian konstruksi saluran air yang terbuat dari beton (box culvert) dimana pemakaian box culvert sudah sangat umum digunakan didalam mengatasi saluran air dan kuat.

Box Culvert adalah beton bertulang pracetak berbentuk segi empat yang memiliki spigot dan socket. Kegunaan spigot dan socket adalah untuk mencegah masuknya air tanah dan tetap menyatu pada saat terjadi pergeseran tanah. Box culvert umumnya digunakan untuk saluran Drainase dan untuk ukuran yang lebih besar dipergunakan sebagai terowongan jalan ataupun jembatan.



Gambar 1.1 Box Culvert

Sumber <http://www.mandiri-beton.com/2013/02/box-culvert.html>

BAB II

JENIS FONDASI

Berdasarkan elevasi galian kedalaman Fondasi maka dibedakan menjadi Fondasi dangkal (*shallow foundation*) dan Fondasi dalam (*deep foundation*) (Das, 1998).

1. Fondasi Dangkal

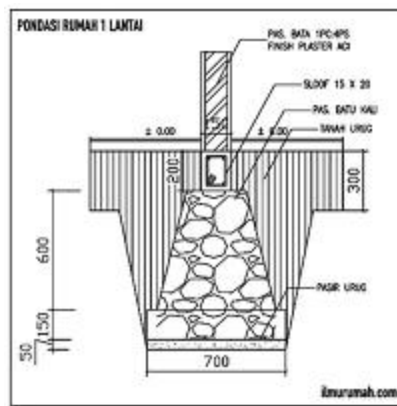
Fondasi jenis ini biasanya dilaksanakan pada tanah dengan kedalaman tanah tidak lebih dari 3 meter atau sepertiga dari lebar alas Fondasi.

Dengan kata lain, Fondasi ini diterapkan pada tanah yang keras atau stabil yang mendukung struktur bangunan yang tidak terlalu berat dan tinggi, dengan kedalaman tanah keras kurang dari 3 meter.

Fondasi dangkal tidak disarankan untuk dilaksanakan pada jenis tanah yang kurang stabil atau memiliki kepadatan

tanah yang buruk, seperti tanah bekas rawa/gambut. Bila kondisi memaksa untuk dilaksanakan pada tanah yang kurang stabil, harus diadakan perbaikan tanah terlebih dahulu, dengan sistem memakai cerucup/liang pancang yang ditanam dibawah pondasi.

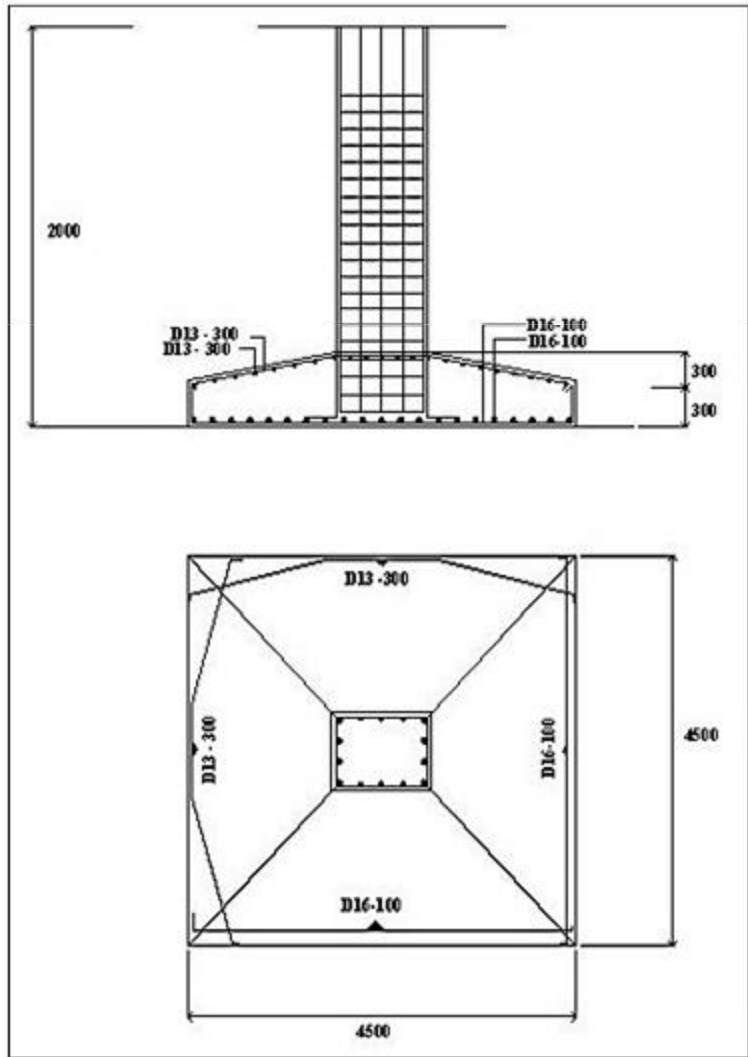
Metode perbaikan tanah yang lain misalnya menggunakan material membran geotextile yang beragam macam dan fungsinya sehingga dapat mengurangi kelemahan jenis tanah yang kurang stabil.



Gambar 2.1 Pondasi Batu Kali

Sumber <http://www.bangurumah.com/Fondasi-rumah-1-lantai>

Biasanya pemakaian membran *geotextile* digunakan pada pembangunan jalan raya, bangunan *basement* dan bangunan yang terletak di daerah yang Struktur tanahnya kurang stabil.



Gambar 2.2 Fondasi Plat Beton

Sumber <http://kontemporer2013.blogspot.com/2013/08/jenis-jenis-Fondasi-bangunan.html>

2. Fondasi Dalam

Fondasi dalam adalah fondasi yang didirikan permukaan tanah dengan kedalaman tertentu dimana daya dukung dasar fondasi dipengaruhi oleh beban struktural dan kondisi permukaan tanah. Fondasi dalam biasanya dipasang pada kedalaman lebih dari 3m di bawah elevasi permukaan tanah.

Fondasi dalam dapat dijumpai dalam bentuk fondasi tiang pancang, dinding pancang dan caissons atau fondasi kompensasi. Fondasi dalam dapat digunakan untuk mentransfer beban ke lapisan yang lebih dalam untuk mencapai kedalaman tertentu sampai didapat jenis tanah yang mendukung daya beban struktur bangunan sehingga jenis tanah yang tidak cocok di dekat permukaan tanah dapat dihindari.

a. Fondasi Dalam Bored Pile

Fondasi Bored Pile adalah bentuk fondasi dalam yang dibangun di dalam permukaan tanah dengan kedalaman tertentu. Fondasi di tempatkan sampai ke dalaman yang dibutuhkan dengan cara membuat lobang yang dibor dengan alat khusus.

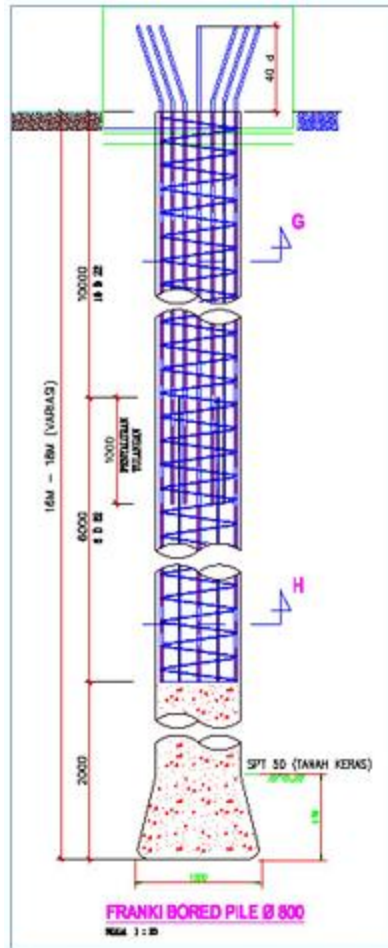
Setelah mencapai kedalaman yang disyaratkan, kemudian dilakukan pemasangan kesing/begisting yang terbuat dari plat besi, kemudian dimasukkan rangka besi. Fondasi yang telah dirakit sebelumnya, lalu dilakukan pengecoran terhadap lobang yang sudah di bor tersebut.

Pekerjaan Fondasi ini tentunya dibantu dengan alat khusus, untuk mengangkat kesing dan rangka besi. Setelah dilakukan pengecoran kesing tersebut dikeluarkan kembali.

Sistem kerja Fondasi ini hampir sama dengan Fondasi Pile (Tiang Pancang), yaitu meneruskan beban struktur bangunan diatas ke tanah dasar dibawahnya sampai kedalaman tanah yang dianggap kuat (memiliki daya dukung yang cukup). Untuk itu diperlukan kegiatan sondir sebelumnya, agar daya dukung tanah dibawah dapat diketahui pada kedalaman berapa meter yang dianggap memadai untuk mendukung konstruksi diatas yang akan dipikul nantinya.

Jenis Fondasi ini cocok digunakan untuk lokasi pekerjaan yang disekitarnya rapat dengan bangunan orang lain, karena proses pembuatan Fondasi ini tidak menimbulkan efek getar yang besar, seperti pembuatan

Fondasi Pile (Tiang Pancang) yang pemasangannya dilakukan dengan cara pukulan memakai beban/hammer.

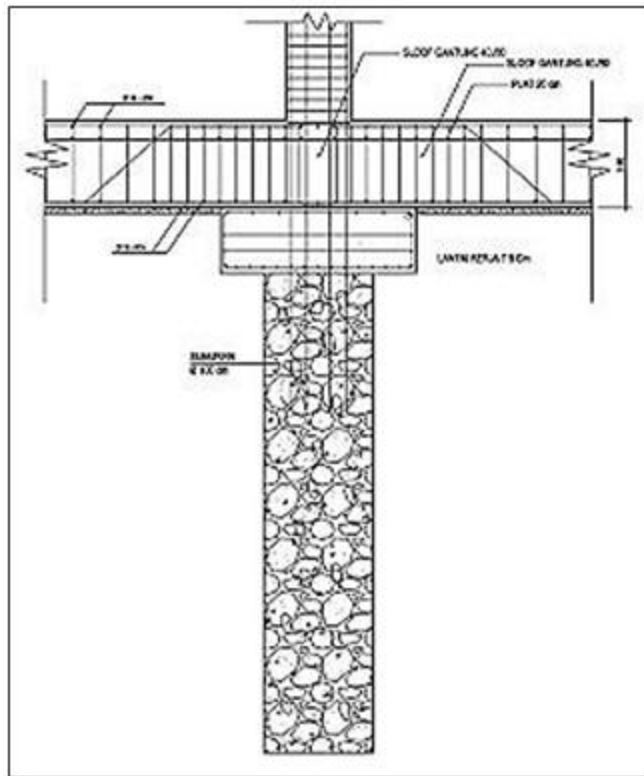


Gambar 2.3 Fondasi Bored Pile

Sumber <http://kontemporer2013.blogspot.com/2013/08/jenis-jenis-Fondasi-bangunan.html>

b. Fondasi Dalam Sumuran

Fondasi sumuran adalah suatu bentuk peralihan antara Fondasi dangkal dan Fondasi tiang. Fondasi sumuran sangat tepat digunakan pada tanah kurang baik dan lapisan tanah kerasnya berada pada kedalaman lebih dari 3m.



Gambar 2.4 Fondasi Sosial

Sumber <http://kontemporer2013.blogspot.com/2013/08/jenis-jenis-Fondasi-bangunan.html>

Diameter sumuran biasanya antara 0.80-1.00m dan ada kemungkinan dalam satu bangunan diameternya berbeda-beda, ini dikarenakan masing-masing kolom berbeda bebannya.

Disebut Fondasi Sumuran, karena dalam pengerjaannya membuat lubang-lubang berbentuk sumur. Lobang ini digali hingga mencapai tanah keras atau stabil. Sumur-sumur ini diberi buis beton dengan ketebalan kurang lebih 10cm dengan pembesian.

Dasar dari sumur dicor dengan ketebalan 40cm sampai 1,00m, di atas coran tersebut disusun batu kali sampai dibawah 1,00m buis beton teratas. Ruang kosong paling atas dicor kembali dan diberi angker besi, yang gunanya untuk mengikat plat beton diatasnya.

Plat beton ini mirip dengan Fondasi plat setempat, yang fungsinya untuk mengikat antar kolom yang disatukan oleh *sloof* beton.

c. **Fondasi Tiang Pancang**

Penggunaan Fondasi tiang pancang sebagai Fondasi bangunan apabila tanah yang berada di bawah dasar bangunan tidak mempunyai daya dukung (*hearing capacity*) yang cukup untuk memikul berat bangunan dan beban yang

bekerja padanya atau apabila tanah yang mempunyai daya dukung yang cukup untuk memikul berat bangunan dan seluruh beban yang bekerja berada pada lapisan yang sangat dalam dari permukaan tanah kedalaman lebih dari 8 meter.

Fungsi dan kegunaan dari fondasi tiang pancang adalah untuk memindahkan atau mentransfer beban-beban dari konstruksi di atasnya (super struktur) ke lapisan tanah keras yang letaknya sangat dalam.



Gambar 2.5 Fondasi Tiang Pancang

Sumber <https://mulyadibjlpile.wordpress.com/tiang-pancang-di-kalimantan-timur/#jp-carousel-36>

Tiang Pancang umumnya digunakan untuk:

- Mengangkat beban-beban konstruksi diatas tanah kedalam atau melalui sebuah stratum/lapisan tanah. Didalam hal ini beban vertikal dan beban lateral boleh jadi terlibat.
- Menentang gaya desakan keatas, gaya guling, seperti untuk telapak ruangan bawah tanah dibawah bidang batas air jenuh atau untuk menopang kaki-kaki menara terhadap guling.
- Memampatkan endapan-endapan tak berkoheisi yang bebas lepas melalui kombinasi perpindahan isi tiang pancang dan getaran dorongan. Tiang pancang ini dapat ditarik keluar kemudian.
- Mengontrol lendutan/penurunan bila kaki-kaki yang tersebar atau telapak berada pada tanah tepi atau didasari oleh sebuah lapisan yang kemampatannya tinggi.
- Membuat tanah dibawah Fondasi mesin menjadi kaku untuk mengontrol amplitudo getaran dan frekuensi alamiah dari sistem tersebut.
- Sebagai faktor keamanan tambahan dibawah tumpuan jembatan dan atau pir, khususnya jika erosi merupakan persoalan yang potensial.

- Dalam konstruksi lepas pantai untuk meneruskan beban-beban diatas permukaan air melalui air dan kedalam tanah yang mendasari air tersebut. Hal seperti ini adalah mengenai tiang pancang yang ditanamkan sebagian dan yang terpengaruh oleh baik beban vertikal (dan tekuk) maupun beban lateral.

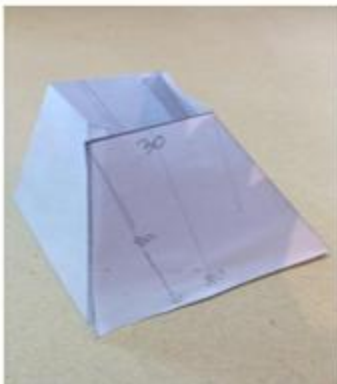


BAB III

DESAIN

MODEL FONDASI

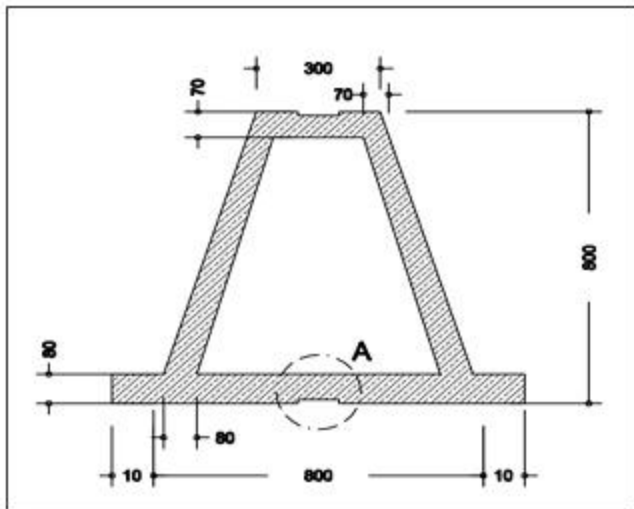
Dalam pembuatan fondasi *precast* ini diawali dengan pembuatan model desain fondasi secara manual dengan menggunakan bahan kertas karton dengan ukuran menyesuaikan ukuran saat dilakukan pelaksanaan pengecoran seperti terlihat pada Gambar 3.1 di bawah ini :

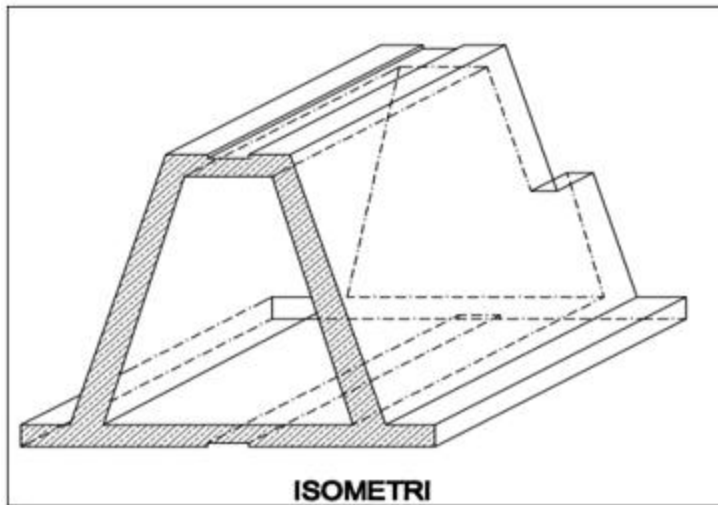




Gambar 3.1 Protipe Fondasi Kertas

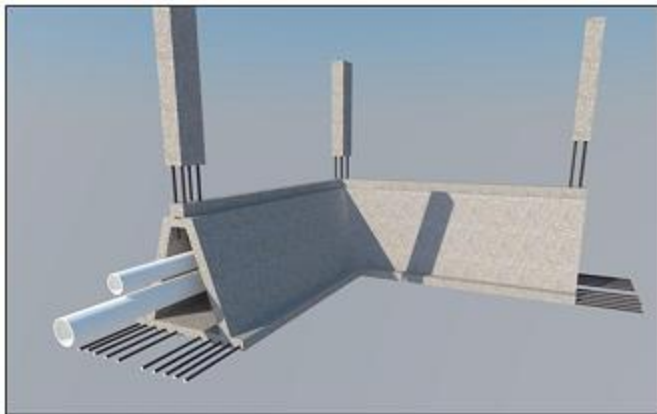
Dalam pembuat desain fondasi ini diawali dengan konsep desain yang dilakukan dengan cara menggambar terlebih dahulu dengan bantuan software gambar Autocad dan menghasilkan gambar isometri desain prototype fondasi pracetak seperti dibawah ini :



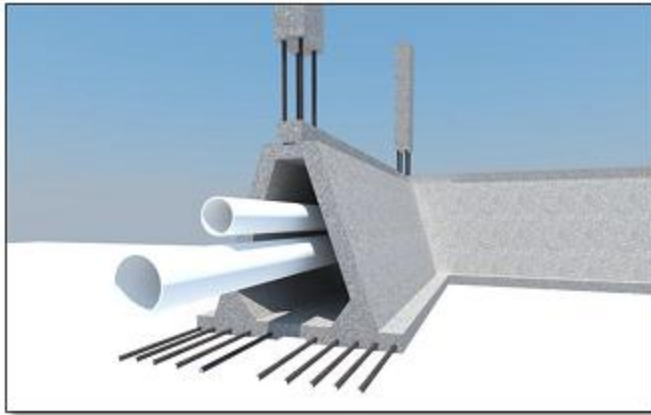


Gambar 3.2 Isometri Prototype Fondasi

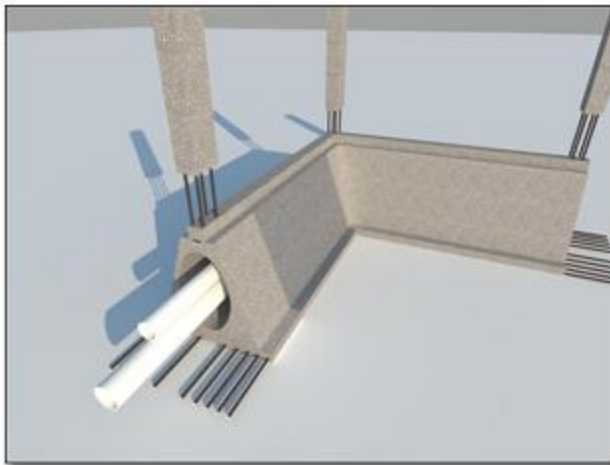
Selain itu untuk membuat gambar tampak terlihat seperti aslinya juga dilakukan penggambaran dalam format 3D (tiga dimensi) seperti terlihat pada gambar di bawah ini:



Gambar 3.3 Prototype Fondasi 1



Gambar 3.4 Prototype Fondasi 2



Gambar 3.5 Prototype Fondasi 3

Pada Gambar 3.2, 3.3, 3.4 di atas telah disiapkan 3 *prototype* fondasi pracetak dengan model yang berbeda.

Prototype 1 terlihat lobang fondasi bagian sisi dalam bawah tampak terlihat tidak ada perkuatan, *prototype 2* pada bagian sisi dalam sudah ada perkuatan dan *prototype 3* bagian lobang berupa bulatan lonjong.

Pembuatan lubang ini akan memperingan fondasi tanpa mengurangi kekuatan sekaligus dapat digunakan sebagai sarana utilitas yang lain seperti pipa pemakaian air bersih maupun pembuangan air kotor.



BAB IV


PERALATAN YANG DIGUNAKAN

Dalam pembuatan fondasi *precast* ini membutuhkan peralatan sebagai berikut:

a. Peralatan Keselamatan Kerja

Tabel 4.1 Peralatan Keselamatan Kerja

No	Gambar	Nama	Fungsi
1		Helmet Safety	Melindungi kepala dari benda-benda keras
2		Sarung Tangan	Melindungi tangan dari lecet dan sebagainya

3		Kacama Safety	Berguna sebagai pelindung mata saat sedang bekerja. Alat ini melindungi mata dari partikel-partikel kecil, debu, radiasi, atau sinar yang menyilaukan
---	---	---------------	---

b. Peralatan Kerja


Tabel 4.2 Peralatan Kerja


No	Gambar	Nama	Fungsi
1.		Cangkul	<ul style="list-style-type: none"> • Menggali tanah • Memindahkan tanah • Mengaduk adukan semen
2.		Meteran	<ul style="list-style-type: none"> • Untuk pengukuran
3.		Gergaji	<ul style="list-style-type: none"> • Memotong kayu
4.		Palu / Martil	<ul style="list-style-type: none"> • Membuat patok • Pemukul

5.		Sekop	<ul style="list-style-type: none"> • Memindahkan tanah atau pasir
6.		Roskam Besi	<ul style="list-style-type: none"> • Penghalus tembok, cor, dan semen
7.		Gerobak Sorong	<ul style="list-style-type: none"> • Mengangkut bahan atau material pekerjaan • Mengangkut limbah konstruksi atau sampah
8.		Mesin Molen	<ul style="list-style-type: none"> • Mengaduk Bahan GROUTING
9.		Vibrator (perojok)	<ul style="list-style-type: none"> • Meratakan adukan

c. Bahan pembuatan precast

Tabel 4.3 Bahan pembuatan *precast*

No	Gambar	Nama	Fungsi
1.		Kayu Multipleks 12mm	<ul style="list-style-type: none"> • Untuk cetakan

2.		Besi Wire Mesh ukuran M6	<ul style="list-style-type: none"> • Pembesian Pondasi
----	---	-----------------------------	---

BAB V

BEKISTING FONDASI

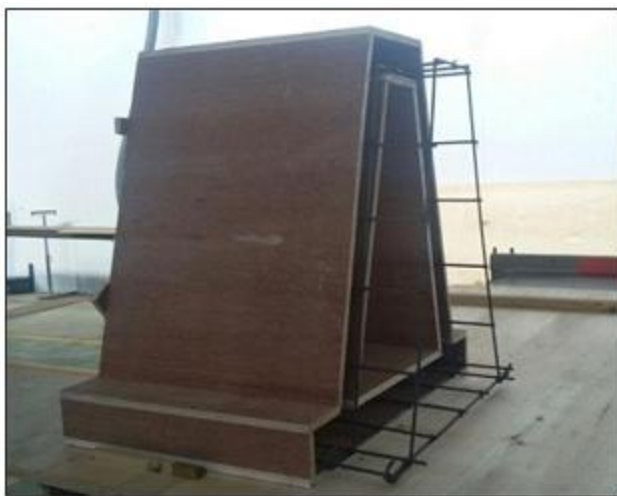


Gambar 5.1 Desain Cetakan Bekisting

Pembuatan bekisting fondasi precast ini menggunakan material tripleks dengan ketebalan 12 mm dengan dimensi

ketinggian 80cm, lebar atas 25cm dan lebar bawah 80cm seperti terlihat pada Gambar 5.1.

Penggunaan material tripleks digunakan selama aplikasi di laboratorium Polinema Malang dengan alasan lebih cepat dan murah sehingga bisa dilakukan percobaan pembuatan fondasi *precast*.



Gambar 5.2 Cetakan Bekisting & Wire Mesh I

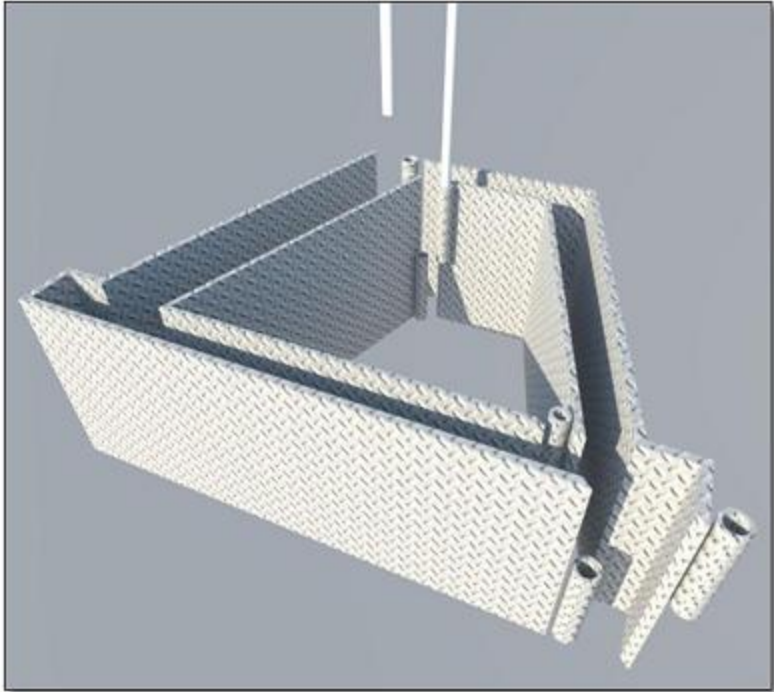
Setelah pekerjaan bekisting siap dan sudah jadi, disiapkan juga perakitan pembedaan dimana material besi yang digunakan bertipe *wiremesh* ukuran M6. Penggunaan material *wiremesh* ini memungkinkan lebih cepat perakitannya karena perakitan sudah dilakukan di pabrikasi seperti terlihat Gambar 5.2.



Gambar 5.3 Cetakan Bekisting & Wire Mesh II

Di sisi lain telah disiapkan desain bekisting yang terbuat dari besi plat dengan harapan penggunaan desain plat besi akan dimungkinkan pemakaian uji coba fondasi precast secara berulang-ulang sehingga akan menekan harga pembuatan fondasi precast.

Cetakan yang terbuat dari plat besi bisa dibuka tutup dengan cara diberi koneksi sambungan engsel sehingga beton precast yang sudah jadi dapat dilepas dari cetakan dengan kondisi bagus dan bekisting dapat digunakan kembali seperti terlihat pada gambar di bawah ini :



Gambar 5.4 Cetakan Bekisting Dari Plat Besi

BAB VI

TEORI DAN PEMBUATAN BETON

A KOMPOSISI BETON

Beton

Beton terbuat dari agregat/kerikil, semen, dan air yang dicapuk menjadi satu kesatuan membentuk mortar beton. Agregat/kerikil dari *coarse aggregate* yang berupa kerikil dengan butiran >5 mm dan pasir halus (*fine Sand*)

1. Agregat/Kerikil

Agregat/kerikil Halus

Agregat kerikil halus untuk beton dapat berupa pasir alam sebagai hasil desintegrasi alami dari batuan-batuan atau berupa pasir buatan yang

dihasilkan oleh alat pemecah batu. Agregat ini yang dihasilkan oleh alat pemecah batu berukuran 0,075-5 mm dan meliputi pasir kasar (coarse sand) dan pasir halus

Agregat kasar

Agregat kasar bias juga disebut kerikil sebagai hasil desintegrasi alami dari batuan atau berupa batu pecah yang diroleh dari industri pemecah batu, dengan butirannya berukuran antara 5-40 mm

2. Semen Portland (*Portlad Cement*)

Bahan pengikat hidrolisis yang paling utama adalah semen Portland, disebut pengikat hidrolisis karena semen Portland akan mengikat (silat adesi dan kohesi) apabila diberi air dan kemudian terjadi reaksi kimia (proses hidrasi) yang bermula dari pasta semen yang plastis menjadi kaku dan keras.

Semen *Portland* hidrolisis dihasilkan dengan cara mengcliling halus klingker (mineral pembentuk semen), terutama dari silikat-silikat

kalsium yang bersifat hidrolisis dan gips sebagai bahan pembantu.

Sesuai dengan tujuan pemakaiannya, semen Portland, terbagi dalam 5 jenis yaitu :

Tipe I, yaitu untuk konstruksi secara umum.

Tipe II, yaitu untuk konstruksi secara umum terutama sekali bila disyaratkan agak tahan terhadap sulfat dan panas hidrasi yang sedang.

Tipe III, yaitu untuk konstruksi yang menuntut persyaratan kekuatan awal yang tinggi

Tipe IV, yaitu konstruksi yang menuntut persyaratan panas hidrasi yang rendah.

Tipe V, yaitu untuk konstruksi yang menuntut persyaratan sangat tahan terhadap sulfat.

3. Air

Air yang digunakan air yang dapat diminum. Jumlah air yang dipergunakan sebagai bahan pereaksi dalam campuran beton dan perawatannya harus bebas dari minyak, asam alkali, garam-garam, bahan-bahan organik, bahan-bahan yang dapat merusak beton dan zat-zat reaktif lainnya (pH 6,8–7).

Dalam hal ini sebaiknya dipakai untuk membuat adonan/cetakan harus tepat dengan perbandingan berat atau isi sesuai dengan yang telah direncanakan.

B. Pelaksanaan Campuran Beton

Pembuatan campuran beton (ASTM C 192-90a)

1. Tujuan

Membuat campuran beton berdasarkan analisa agregat/kerikil dan semen dari percobaan terdahulu.

2. Peralatan

Adapun peralatan yang dibutuhkan untuk pelaksanaan campuran beton ini ialah sebagai berikut :

1. Timbangan 100 kg.
2. Takaran air.
3. Ember.
4. Cetok.
5. Mollen.

3. Bahan

Adapun bahan-bahan yang dibutuhkan untuk pembuatan campuran beton ini, sebagai berikut :

1. Semen Portland type I (S550).
2. Pasir.
3. Batu pecah.
4. Air.
5. Bak tempat adonan basah.



Gambar 6.1 Komposisi campuran Beton

4. Prosedur Pelaksanaan

1. Siapkan semua bahan yang dibutuhkan sesuai dengan hasil perbandingan campuran beton dalam keadaan asli.

2. Mollen diisi air secukupnya (sekedar membasahi molen tersebut).
3. Masukkan batu pecah dan $\frac{3}{4}$ bagian dari air, setelah semua batu pecah terbasahi dengan rata lalu masukkan semen disusul pasir.
4. Masukkan air sisanya tadi dan aduk sampai rata (mollen diputar).
5. Setelah campuran beton homogen (5 menit) campuran tersebut dapat dikeluarkan dari molen dan ditempatkan di bak.

5. Pencampuran Beton

Kebutuhan bahan untuk pembuatan 30 benda uji:

1. Untuk benda uji ukuran $\varnothing 10 - 20$

$$15 \times \varnothing 10 - 20$$

$$V1 = 15 \times 0,25 \times 3,14 \times (10 \times 10) \times 20$$

$$= 23550 \text{ cm}^3$$

2. Untuk benda uji ukuran $\varnothing 15 - 30$

$$15 \times \varnothing 15 - 30$$

$$V2 = 15 \times 0,25 \times 3,14 \times (15 \times 15) \times 30$$

$$= 79481 \text{ cm}^3$$

Jadi, volume total :

$$\begin{aligned}\sum V &= V_1 + V_2 \\ &= 2355 \text{ } 7948 - 10303 \text{ cm}^3 = 0,103 \text{ m}^3\end{aligned}$$

Volume yang dibutuhkan ditambah dengan 1,7% dari volume total

$$\begin{aligned}V' &= \Delta V + \sum V \\ &= 1,7\% + 0,103 \\ &= 0,120 \text{ m}^3\end{aligned}$$

Berat bahan yang dibutuhkan:

- a. Semen $= 0,120 \times 365 = 43,80 \text{ kg}$
- b. Pasir $= 0,120 \times 686,84 = 82,42 \text{ kg}$
- c. Batu pecah $= 0,120 \times 1158,03 = 138,96 \text{ kg}$
- d. Air $= 0,120 \times 215,13 = 25,82 \text{ kg}$

Setelah bahan-bahan yang dibutuhkan ditimbang berdasarkan komposisi diatas, segera masukkan ke dalam molen. Langkah – langkah bahan yang dimasukkan molen :

1. Batu pecah $\frac{3}{4}$ bagian air.
2. Semen + Pasir.
3. Sisa air.

C. Slump Test (ASTM C 143-78)

1. Tujuan

Untuk mengukur *workability* (kemampuan dikerjakan) dari campuran beton.

2. Peralatan

- Tabung kerucut besi (tabung Abraham).
- Alat perojok diameter 16 mm dan panjang 60 cm.
- Mistar.
- Plat baja.

3. Bahan

Beton segar.

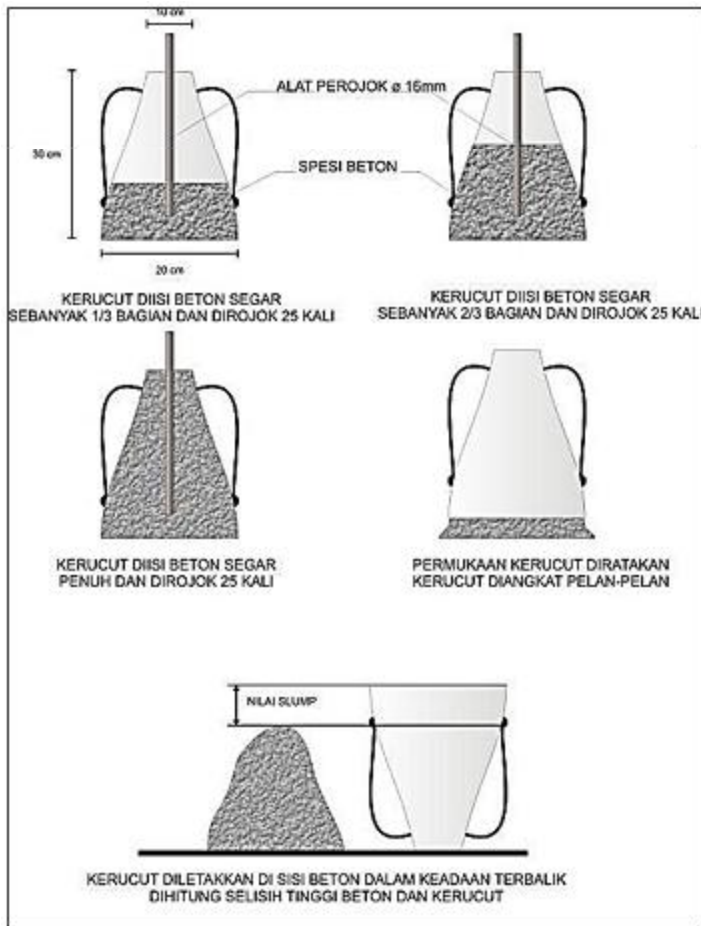
4. Prosedur Pelaksanaan

- a. Kerucut **dibasahi** bagian **dalamnya**, **disiapkan diatas** plat baja.
- b. Beton **dimasukkan dalam** kerucut **secara bertahap**, **1/3 bagian I,II, dan III** dirojok masing – masing 25 kali.
- c. **Setelah** penuh beton **diratakan permukaannya**.
- d. Kerucut kita **angkat pelan-pelan** secara **vertikal** **tanpa gaya horizontal dan torsi**, **biarkan selama 30 detik**.
- e. Kerucut kita **letakkan di sisi beton** dalam keadaan **terbalik**, dan **dengan menggunakan mistar ukur** selisih tinggi beton dan kerucut, dimana nilai tersebut merupakan **harga slump**.

Data hasil percobaan

Percobaan nomor	1	2
Harga slump (mm)	70	75

Harga slump rata-rata = $(70 + 75)/2 = 72,5$ mm



Gambar 6.2 Percobaan Pengukuran Nilai Slump Beton

C. BERAT VOLUME BETON SEGAR (ASTM C 138-78)

1. Tujuan

Untuk mengetahui berat volume beton segar.

2. PERALATAN

1. Takaran dengan volume 10 liter.
2. Alat perojok.
3. Cetak mason.
4. Timbangan 100 kg.

3. Bahan

Bahan yang digunakan ialah beton segar.

4. Prosedur Pelaksanaan

- a) Timbang takaran kosong.
- b) setelah campuran beton benar-benar homogen, ambil sebagian dan masukkan ke dalam takaran.
- c) Takaran diisi semen $\frac{1}{3}$ bagian dan dirojok 25 kali, demikian hingga penuh tiap $\frac{1}{3}$ bagian dirojok 25 kali.
- d) Ratakan permukaan takaran.
- e) Timbang beratnya.

Data Hasil Percobaan

Tabel 6.2 Berat volume beton segar (ASTM C 138-77)

Percobaan Nomor	1
Berat silinder (w1) (gr)	680
Berat beton+silinder (w2) (gr)	3080
Volume silinder (V) (lt)	10
Berat volume = (w2-w1)/V (gr/cm³)	2,40

Kesimpulan : berat volume beton segar ialah sebesar $2,40 \text{ gr/cm}^3$

Pada gambar 18 terlihat dilakukan pencampuran beton dan adonan dilakukan menggunakan mesin molen agar campuran merata sekaligus dihasilkan campuran beton yang merata.

Setelah dirasa cukup pencampuran beton, adonan yang sudah merata tersebut dipindahkan dan dimasukkan ke cetakan/bekisting fondasi pracetak (gambar 19).

Selama didalam penuangan campuran beton ini secara bertahap dilakukan perojokan menggunakan mesin vibrator/ besi rojok ke dalam adonan beton dalam cetakan agar diperoleh hasil beton yang monolit merata.

Beton yang dihasilkan dari hasil vibrator ini akan menghasilkan fondasi pracetak yang baik.



Gambar 6.3 Pencampuran Material Beton



Gambar 6.4 Pemadatan/ Perojokan Beton

BAB VII

ANALISIS DAN UJI TEKAN

7.1. Tes Kekuatan Tekan Hancur (ASTM C 832-75)

A. Tujuan

Untuk mengetahui kekuatan tekan hancur beton terhadap pembebanan.

B. Peralatan

- Timbangan, Pemanas/kompor listrik + media untuk memanaskan belerang.
- Cetakan untuk capping benda uji.
- Mesin Test Hidrolis (Torsee Universal Testing Machine).
- Tokyo testing Machine MFG CO.,LTD.
Type: RAT-200

CAP : 200 TF

MFG no : 20380

Date : May, 1981

C. Bahan

- Belerang.
- Oli.
- Beton uji berbentuk silinder diameter 15 cm. Tinggi 30 cm sebanyak 15 buah dan silinder diameter 10 cm tinggi 20 cm.

D. Prosedur Pelaksanaan

Tes kekuatan tekan hancur dilaksanakan saat benda uji berumur 3,7,14,21 dan 28 hari. Sebelum dites diukur dimensinya (tinggi dan diameter) terlebih dahulu dan ditimbang beratnya. Siapkan cetakan untuk capping benda uji kemudian diolesi dengan oli agar belerang tidak menempel pada alat perata tersebut.

Tuang belerang cair ke cetakan untuk capping benda uji, setelah itu benda uji beton diletakkan dalam cetakan tersebut dan tekan lalu tunggu sampai kira-kira belerang telah mengeras dan melekat

dengan beton kemudian angkat. Permukaan yang ditemplei belerang adalah permukaan beton yang kasar.

Lalu lakukan penggetesan benda uji pada alat tekan Mesin Tes Hidrolis, dengan permukaan yang rata sebagai bidang yang akan dibebani. Gerakkan tuas berwarna merah keatas dan tekan tombol penggerak ke posisi on. Matikan tombol penggerak pada saat beton pecah (jarum sudah tidak bergerak lagi). Untuk mengambil kembali benda uji, gerakkan tuas ke bawah sehingga benda uji terlepas dari jepitan.

Benda uji berbentuk silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm dihitung luas permukaan lingkarannya.

$$\begin{aligned} &\text{Sehingga luas permukaan yang dibebani ialah} \\ &- \frac{1}{4} (3,14 * 15 \text{cm} * 15 \text{cm}) \\ &= 176,625 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

Sedangkan untuk silinder dengan diameter 10 cm luas permukaan yang dibebani ialah

$$\begin{aligned} &- \frac{1}{4} (3,14 * 10 * 10) \\ &- 78,540 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

Rumus : $\sigma_b' = P/A$,

dimana

σ_b' : Kuat tekan hancur spesimen individu

P : Beban

A : Luas penampang yang dibebani

E. PERHITUNGAN

Rata-rata benda uji umur 3 hari

$$f'_{cr} = \frac{17.92 + 19.53 + 20.97 + 16.974 + 15.73 + 19.60}{6} =$$

18.45 MPa

Rata-rata benda uji umur 7 hari

$$\begin{aligned} f'_{cr} &= \frac{28.51 + 29.84 + 25.18 + 22.97 + 28.21 + 28.96}{6} \\ &= 27.28 \text{ MPa} \end{aligned}$$

Rata-rata benda uji umur 14 hari

$$\begin{aligned} f'_{cr} &= \frac{33.84 + 29.62 + 29.62 + 25.71 + 31.95 + 26.71}{6} \\ &= 29.58 \text{ MPa} \end{aligned}$$

Rata-rata benda uji umur 21 hari

$$\begin{aligned} f'_{cr} &= \frac{31.51 + 31.07 + 35.28 + 29.96 + 31.70 + 30.95}{6} \\ &= 31.74 \text{ Mpa} \end{aligned}$$

Rata-rata benda uji umur 28 hari

$$f'_{cr} = \frac{38.83 + 35.84 + 33.06 + 28.71 + 30.45 + 26.21}{6} \\ = 32.18 \text{ MPa}$$

Faktor korelasi umur (fku):

$$\text{Umur 3-28 hari } fku \text{ 3 hari} = \frac{f'_{cr \text{ 3 hari}}}{f'_{cr \text{ 28 hari}}} = \frac{18.451}{32.183} = 0.57$$

$$\text{Umur 7-28 hari } fku \text{ 7 hari} = \frac{f'_{cr \text{ 7 hari}}}{f'_{cr \text{ 28 hari}}} = \frac{27.278}{32.183} = 0.85$$

$$\text{Umur 14-28 hari } fku \text{ 14 hari} = \frac{f'_{cr \text{ 14 hari}}}{f'_{cr \text{ 28 hari}}} = \frac{29.576}{32.183} = 0.92$$

$$\text{Umur 21-28 hari } fku \text{ 21 hari} = \frac{f'_{cr \text{ 21 hari}}}{f'_{cr \text{ 28 hari}}} = \frac{31.744}{32.183} = 0.99$$

$$\text{Umur 28 hari } fku \text{ 28 hari} = \frac{f'_{cr \text{ 28 hari}}}{f'_{cr \text{ 28 hari}}} = \frac{32.183}{32.183} = 1$$

Hasil Pengujian Fondasi di Laboratorium

Tabel 7.1 Hasil Pengujian Fondasi

No	Benda Uji	Berat (kg)	Kekuatan Maks (kg)	Landutan Vertikal (mm)		
				TR – 1	TR – 2	Rata-rata
1	M 1 – A	253	27.514	2.97	3.45	3.21
2	M 1 – B	236	28.557	3.03	4.99	4.01
3	M 2 – A	239	26.682	2.83	3.40	3.40
Rata-rata		242,3	27.582			3.44

7.2. Beban vertikal yang diterima pondasi

Setelah melihat analisa dan hasil perhitungan diatas serta hasil uji tanah maka, dapat kita keluarkan beberapa besaran antara lain ;

Gaya vertikal yang bekerja pada fondasi = 1624,82 kg/m

Momen maks yang terjadi (M gempa + angin) = 2004,14kgm

Momen maks yang terjadi (M gempa) = 1313,35 kgm

q_a = jumlah hambatan lekat = 19,8 kg/ cm²

q_{all} = kapasitas daya dukung ijin = 0,384 kg cm²

Dari hasil pengujian fondasi yang dilakukan, beban merata (maksimum) yang dapat diterima oleh fondasi adalah sebagai berikut ;

M 1 - A = 27,514 kg

M 1 - B = 28.557 kg

M 2- A = 26.682 kg

Dari pengujian tersebut didapat hasil rata-rata sebesar = 27.582 kg. Jika kita perhatikan kekuatan maksimum antara M 1 dan M 2 hasilnya sedikit berbeda, hal ini dimungkinkan karena perbedaan jenis penulangan.

Bila kita tinjau grafik yang diberikan oleh strain gauge SG - 1 dan SG — 2 pada benda uji M 1 — A, maka beban maksimum yang besarnya 27.514 kg, ternyata besi telah

melampaui batas leleh. Dari grafik tersebut kita dapat mengambil angka sebelum tulangan mengalami batas leleh. Angka yang didapat adalah sekitar 19.000 - 20.000 kg. Kita ambil angka yang lebih kecil yakni 19.000 kg sebagai dasar perhitungan.

Karena tulangan yang kita gunakan sama maka untuk benda uji M 2 - A, beban sebelum mencapai batas leleh $\frac{263682}{27.514} \times 19.000 = 18425$ kg. Angka tersebut menunjukkan bahwa regangan yang terjadi pada tulangan berkisar antara 20 - 60 mikron, dengan lendutan arah vertikal rata-rata 2 mm.

Hal ini menunjukkan bahwa regangan yang terjadi pada tulangan belum mencapai maksimum. Regangan maksimum yang terjadi pada tulangan adalah sebesar 1.350 mikron. Perbedaan angka yang ditunjukkan antara 60 dan 1.350 mikron ini, membuktikan bahwa plat beton fondasi yang sebagian lebih tipis kalah (hancur) lebih dulu, sebagai mana diperlihatkan oleh gambar pola retakan.

Selanjutnya kita gunakan benda uji M 2 - A sebagai bahan bahasan, yang mempunyai kekuatan sebesar 18.425 kg. Dalam hal ini sebelum tulangan melampaui batas leleh. Faktor keamanan kita ambil angka 3. Maka fondasi dengan tipe tulangan

M 2 – A akan mampu menerima beban vertikal merata sebesar $\frac{18.425}{3} = 6.141 \text{ kg}$, atau bila dibulatkan – 6.150 kg.

Padahal beban vertikal pada rumah sederhana yang harus diterima oleh fondasi besarnya adalah 1.625 kg, atau momen maksimum yang terjadi sebesar 2004 kgm.

Hal ini menunjukkan bahwa kekuatan benda uji fondasi pracetak lobang memiliki kekuatan yang berlebih sebesar 3 x lipat, dalam penggunaan sebagai fondasi rumah sederhana. Dengan anggapan bahwa rumah tersebut berdinding bata pasangan ½ bata dan penutup atap genteng.

Pada gambar dibawah ini terlihat persiapan uji fondasi precast dimana fondasi diletakkan pada bangunan uji tekan milik laboratorium Polinema Malang.



Gambar 7.1 Peletakan Fondasi Uji Tekan



Gambar 7.2 Peletakan Dial Lendut



Gambar 7.3 Persiapan Uji Tekan



Gambar 7.4 Persiapan alat *Pressure*

Pada Gambar 7.5 posisi fondasi sudah diletakkan persis di tumpuan tekan hidrolis , dipasang alat ukur lendut (Gambar 7.6) dan siap dilakukan uji tekan maupun lendut.



Gambar 7.5 Presisi Alat Uji Tekan



Gambar 7.6 Persiapan Alat Lendut

Persiapan uji fondasi ini melibatkan sebagian mahasiswa teknik sipil Universitas Narotama sekaligus sebagai pembelajaran selama di laboratorium seperti terlihat pada Gambar 7.7.

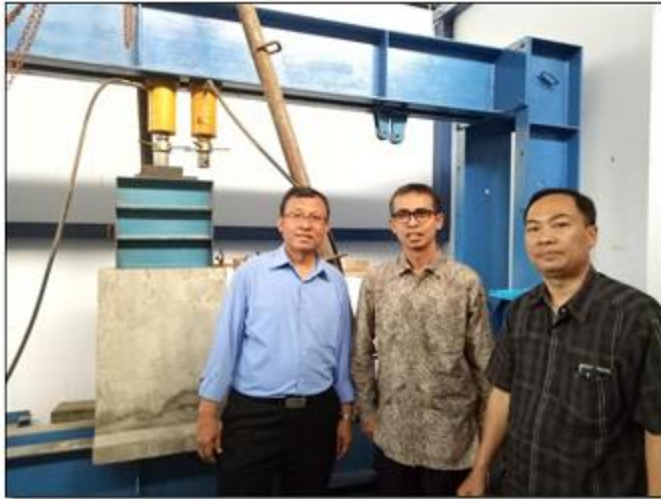


Gambar 7.7 Pelibatan Mahasiswa



Gambar 7.8 Pencatatan Dial Pressure Pump Uji Tekan

Pada Gambar 7.8 terlihat pencatatan pengukuran uji tekan menggunakan hand pressure pump ex linerpac. Di dalam penelitian ini melibatkan tim laboratorium Polinema Malang sehingga hasil uji coba tes tekan ini bisa dilakukan saling kontrol dan dihasilkan uji coba yang lebih baik.



Gambar 7.9 Tim Laborat

Dari hasil coba uji tekan ini diperoleh hasil yang cukup baik dimana fondasi dapat digunakan dalam arti mampu menerima beban pikul sehingga dapat dipakai sebagai alternatif fondasi batu kali yang selama ini digunakan masyarakat di dalam pembangunan rumah.

Keretakan yang terjadi sesuai dari prediksi dimana terjadi pada sisi bawah dinding (Gambar 7.10) dan pada bagian sisi dalam lobang bagian bawah (Gambar 7.11)



Gambar 7.10 Keretakan Fondasi Sisi Dinding Bagian Bawah



Gambar 7.11 Keretakan Fondasi Bagian Dalam Dasar

BAB VIII

PUBLIKASI

1. Abstrak Semnas ATPW ITS,

Alternatif Model Pondasi Masa Kini Dan Ramah Lingkungan

Koespiadi

Fredy Kurniwan

Gede Arimbawa

Sri Wiwoho Mudjanarko*

Nawir Rasidi*

Program Studi Teknik Sipil FT Universitas Narotama Surabaya

Email: Koespiadi@hotmail.com,

Abstrak

Pembangunan perumahan yang menggunakan metoda konstruksi pondasi masa kini dan ramah lingkungan selama ini belum banyak digunakan. Permasalahan inilah yang kami lakukan dalam penelitian ini. Model Pondasi yang dibuat adalah pondasi dangkal dan dapat diproduksi diluar lokasi proyek secara fabrikasi/*Precast* berbahan beton dengan bentuk berupa pondasi yang penampakan dimensinya masa kini dimana selama ini yang kita ketahui pondasi yang berisi penuh sehingga membutuhkan volume pemakaian batu kali yang besar, tidak ekonomis sekaligus tidak ramah lingkungan.

Tujuan dari penelitian ini adalah mendesain model pondasi masa kini yang terbaik mampu terhadap gaya tekan dan gaya horisontal, kajian kondisi model sambungan antar pondasi-pertemuan pondasi dan kondisi pertemuan pondasi-bagian kolom. Pencrahan model ini diharapkan dapat memberikan sumbangsih terhadap kemajuan pembuatan pondasi yang ramah lingkungan tanpa mengurangi kekuatan yang dibutuhkan.

Kata kunci : Alternatif model, pondasi dangkal, masa kini, ramah lingkungan

2. Abstrak Seminter UIN Malang, 31 Agustus 2016

PRECAST FOUNDATION FOR ECO-FRIENDLY SOLUTION

Koespiadi¹, Fredy Kurniawan², Gede Arimbawa³, Sri
Wiwoho Mudjanarko^{4*} and Nawir Rasidi⁵

^{1,2} Department Civil Engineering, Narotama University,
Surabaya, 60117, Indonesia

³ Department Economic Management, Narotama
University, Surabaya, 60117, Indonesia

^{4*} Department Civil Engineering, Narotama University,
Surabaya, 60117, Indonesia

⁵ Department Civil Engineering, Polinema, Malang,
65141, Indonesia

Abstract

Mortgage building by enhancing latest building foundation method which environmental friendly is not implemented by most of developers. The issue mentioned above will be elaborated further in this study. Building foundation which afore said above is superficial foundation

which can be produced outside project area by enhancing fabrication/precast system. This system adopts a new gate way in making concrete by minimizing the use of river stone. It is known that the volume and composition of a building foundation is dominated by huge river stone. High volume and composition of river stone in making building foundation is not economic coupled with non-eco-friendly.

Aim of the present study is to design a new model of building foundation which is not only economic but also eco-friendly. Moreover, the present thesis tries to design latest model of building foundation which able to handle style process in order to replace the old fashion of building. Furthermore, the latest model is designed to have maximum capacity in handling pressure and horizontal force.

The latest design is focused on connection of each foundation, its convocation coupled with condition of each connector in each column. The implementation of model that is elaborated in the present study hopefully able to provide a new gate way in making economic and eco-friendly building foundation without decreasing the quality that is needed.

Keywords: Precast, Foundation, Eco-friendly

DAFTAR PUSTAKA

Buku :

- Anonym, 1983, American Concrete Institute, Committee 318, Building Code Requirements for Reinforced Concrete, America.
- Anonym, 1983, American Concrete Institute, Committee 318, Comentary on Building Code Requirements for Reinforced Concrete, America.
- Anonym, 1989, Pedoman Beton 1989, Badan Penelitian dan Pengembangan PU, Jakarta
- Anonym, 1991, Tata Cara Perhitungan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung, Yayasan Lembaga Penyelidikan Masalah Bangunan, Bandung.
- Anoraga, B. T. T., Mudjanarko, S. W., & Kurniawan, F. (2015). Desain Perkerasan Jalan Ramah Lingkungan Menggunakan Pervious Concrete Untuk Jalan Setapak Dan Area Parkir. In *Prosiding Seminar Nasional Forum In Research, Science, And Technology (FIRST) 2015*. Politeknik Negeri Sriwijaya.

- Ferguson, P. M., (terjemahan: B. Susanto dan K. Setianto), 1986, **Dasar-dasar Beton Bertulang**, Edisi 4, Erlangga, Jakarta.
- Kurniawan, H. F. **Perbandingan Waktu Dan Biaya Yang Dibutuhkan Pada Satuan Pekerjaan Rumah Instan Dan Rumah Konvensional.**
- Kushartomo, W. (2016). Sifat mekanik beton geopolimer berbahan dasar abu terbang. *Karya Ilmiah Dosen Teknik Sipil*, (4), 333-338.
- Kusuma, G., Vis, W.C., 1993, **Dasar-dasar Perencanaan Beton Bertulang**, Seri 1, Erlangga, Jakarta.
- Kusuma, G., Vis, W.C., 1993, **Grafik dan Tabel Perhitungan Beton Bertulang**, Seri 4, Erlangga, Jakarta.
- Nawy, E. G., (terjemahan: Bambang Suryoatmono), 1990, **Beton Bertulang Suatu Pendekatan Dasar**, Edisi 1, Fresco, Bandung.
- Park, R., Paulay, T., 1974, **Reinforced Concrete Structure**, John Wiley & Sons, Inc., New York.
- Pradana, S. A., Bagio, T. H., & Koespiadi, K. (2016). Kuat Tekan Beton Yang Optimum Dengan Penambahan Bio Enzim. *Narotama Jurnal Teknik Sipil*, 1(2).

Teknik fondasi 2 / Hary Christady Hardiyatmo, Hardiyatmo,
Hary Christady; Yogyakarta : Beta Offset, 2006
Wang, C.K., Salmon, C.G., (terjemahan: Binsar Hariandja),
1986, Desain Beton Bertulang, Jilid 1 & 2, Edisi 4,
Birlangga, Jakarta.

Situs Internet :

[http:// digilib.unila.ac.id/532012/BAB%20II.pdf](http://digilib.unila.ac.id/532012/BAB%20II.pdf)

[http:// kontemporer2013.blogspot.com/2013/08/jenis-jenis-Fondasi-bangunan.html](http://kontemporer2013.blogspot.com/2013/08/jenis-jenis-Fondasi-bangunan.html)

[http:// manggengblog.blogspot.co.id/2013/04 bahan-praktikum-beton_8361.html](http://manggengblog.blogspot.co.id/2013/04/bahan-praktikum-beton_8361.html)

[http:// www.bangurumah.com/ Fondasi-rumah-1-lantai](http://www.bangurumah.com/Fondasi-rumah-1-lantai)

[http:// www.mandiri-beton.com/2013/02 box-culvert.html](http://www.mandiri-beton.com/2013/02/box-culvert.html)

[https:// mulyadibjlpile.wordpress.com/tiang-pancang-di-kalimantan-timur #jp-carousel-36](https://mulyadibjlpile.wordpress.com/tiang-pancang-di-kalimantan-timur/#jp-carousel-36)

